第25卷 第1期 昆 虫 学 报 Vol. 25, No. 1
1982年2月 ACTA ENTOMOLOGICA SINICA Feb., 1982

施氮量对棉株和棉铃虫的影响

曾益良 龚佩瑜 姜立荣 张梅林
(中国科学院动物研究所)

摘要 用盆栽进行了不同施氮量对棉株和棉铃虫幼虫生长发育影响的试验。花期土壤施硫酸铵量分别为0、2、4和16克/盆。每盆土45斤。施氮后,土壤全氮增加,施氮量的增加提高了单株铃和叶片的干物质的累积,以及棉株不同部位的全氮含量。用含氮量显著不同的幼铃饲喂棉铃虫时,高氮食物使6龄幼虫的干重增长,同时食物利用率提高。随着饲喂铃含氮量的增长,6龄幼虫虫体和虫粪以及雌蛹的全氮含量均有所升高。

根据生物和化学两方面数据,我们认为:增施氮肥引起土壤、植株和昆虫全氮含量增长,特别是增加了棉株和棉铃虫的氮素营养。增施氮肥在一定范围内使棉株生长良好,使幼虫生长更好。由此可见:氮肥的增加可以提高棉花的产量,但也会使虫害加重。上述研究将有助于寻找大田棉花生产的氮肥合理施用量,而且对棉铃虫的有效防治有一定的参考价值。

寄主作物的施肥量对植食性害虫的生长和为害程度的影响,随着化学肥料的普及和使用量的提高,已经日益引起人们的注意。虽然各种肥料成份的影响随作物和昆虫种类不同,但共同的看法是氮肥的施用量具有最大的影响,多施氮肥使昆虫得到良好的生长或者会增加作物受害程度。关于棉花的氮肥施用量对棉铃虫的影响,Adkisson (1958) 曾报道高氮栽培区棉株上的棉铃虫 (*Heliothis Zea*) 幼虫数比低氮区多。孟祥玲等 (1962) 则报道了棉株生长势强的棉田,棉铃虫 (*H. armigera*) 有卵株率和有虫株率明显高于生长势弱的棉田。

棉铃虫 (*H. armigera* Hübner) 是我国主要的棉花害虫之一,近年来各棉区遭受危害均有加重趋势。原因固然是多方面的,但棉田施肥量,特别是施氮量的提高可能与此有关。本文试图通过含氮量的变化将一个简单的棉田生态系统中土壤、棉株和棉铃虫三因素连贯起来,描述该系统中氮在这三者之间的递转和累积关系,以及系统内生物量和营养水平的变化情况,从而为棉田合理施肥和棉铃虫的有效防治提供参考资料。

材 料 与 方 法

土壤取自北京海淀地区轻壤土。取其表土和底土风干,以1:3比例均匀混合,置入直径30厘米、高38厘米的圆盆内,每盆土(全氮含量为0.036%)45斤。棉籽选用陆地棉 (*Gossypium hirsutum*) 徐州—142品种原种。在京郊棉田采集第二代棉铃虫卵,用紫云英合成饲料(吴坤君,1980)繁殖一代后作为试验虫源。

4月29日播种,播前每盆施入过磷酸钙2克、氯化钾1克作底肥。5月20日(苗期)每盆施入过磷酸钙6.4克和氯化钾1.6克作苗期追肥,6月20日每盆追施豆饼粉4克(风干重,N% = 7.10)。定苗后每盆一株。土壤不同施氮处理分为对照、低肥、中肥和高肥

本文于1980年9月收到。
本工作在马世骏教授指导下进行,并承修改文稿,任连奎同志参加棉花种植管理和棉铃虫饲养工作,均致谢意。

(简称 A、B、C 和 D)，每盆依次施硫酸铵 0、2、4 和 16 克 (以每亩 5,000 株计，折合大田用量近似为每亩 0、20、40 和 160 斤)，于 8 月 16 日(初花期)和 8 月 26 日 (盛花期) 两次施入。每 48 盆组成一个处理，每个处理分三个重复；另取 40 盆，每 10 盆作一个处理，也依上述量分别施肥供测定全株用。9 月 5 日和 12 日收集棉叶和铃，10 月 5 日 (初絮) 收集全株样品。

将初孵幼虫也按不同施氮处理分为四组，每组用 70 条幼虫分管饲养，20 条供幼虫期测定，余供蛹期使用。幼虫 1—3 龄时，用不同施肥处理的棉株主茎从上往下第 1—4 片嫩叶喂养；4—6 龄用花后第 8—23 天的幼铃喂养，每日更换饲料一次。每日光照时间为 14 小时，恒温 30°±1℃，每日定时观察并计算有关生物指标。计算方法：

$$食物利用率=\frac{取食量-排粪量}{取食量}\times 100\%$$

氮的累积率为幼虫 6 龄第 3 天每毫克体重所增加的氮毫克数，氮的消耗率为幼虫 6 龄第 3 天每毫克体重摄取的食物中氮的毫克数。

$$氮的利用率=\frac{氮的累积率}{氮的消耗率}\times 100\%$$

土壤含氮量每个处理测定 3 个样，每个样则以 8 点取样均匀混合而得；植物样品在每个处理中取 12 个样进行化学分析，全株则单株取样；每 2 条幼虫 (蛹) 作一混合样品进行化学测定。所得实验结果计算出标准误差，如处理中取样数目在 10 个以上的，均用 "T 检法"检验各处理之间数据差异是否显著。测定样品全氮用半微量克氏定氮法(中国土壤学会土壤分析专业委员会，1974)。测定土壤水解氮用扩散吸收法 (中国科学院南京土壤研究所，1978)。测定棉铃非蛋白氮和蛋白氮用氢氧化铜作沉淀处理，而后用克氏定氮法测定之(林振骥、劳家柽，1962)。

结果与讨论

一、土壤

从表 1 可见施氮量增加后使土壤全氮和水解氮较施肥前有不同程度增长，特别是高肥处理，肥后水解氮较肥前明显增高。初絮时土壤含氮水平与初花时相比较，对照和低肥处理有所下降，中、高肥处理略有升高。从图 1 可近似求出使初絮时土壤全氮含量仍维持初花时水平的施氮量，即约为硫酸铵 3 克/盆左右。

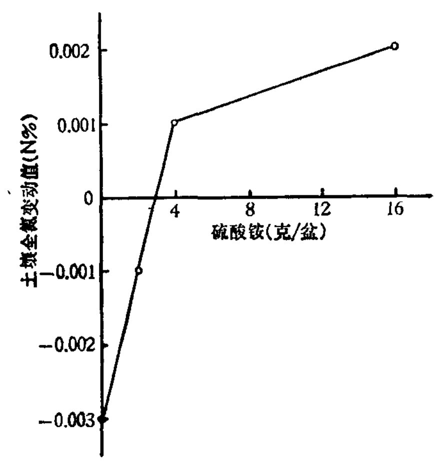


图 1　施氮量对土壤全氮变动的影响

二、棉株

1. 生物性状　随着施氮量的增加，单株铃、叶干重，绿色叶片数和铃数以及主茎高度均有所增加(表 2)，高、中肥处理值均显著高于对照。综合棉株生物性状观察，对照和低肥处理植株生长较差，而中肥处理植株生长良好，具有较高的单株铃干重，高肥处理植株生长旺盛，但并未出现"徒长"(此与本试验磷、钾供应比较充分有关)。施氮量增加引起叶蛋白增加，相应地也提高了叶片中叶绿体的含

量，这就增强了叶片光合作用能力，从而有利于碳水化合物的积累（户苅义次，1979）。叶片中合成的单糖大部分转化成蔗糖输送到结实器官，在铃中形成了多糖—纤维素，由于纤维素是棉纤维的主要成份，因此多施氮促进了棉铃的干物质累积，提高了铃干重。同时碳水化合物的增多使通过呼吸代谢过程（Krebs 循环）释放出的能量也多，促进了植株生长；另外 Krebs 循环过程中产生的有机酸增多有利于氨基酸的合成，这对植株本身氮的累积也是有利的。

表 1 不同施氮量对土壤含氮量的影响

取样时间	测氮类型	土壤含氮量（N%）				备注
		A	B	C	D	
8 月 15 日（肥前）	全氮	0.037	0.036	0.034	0.033	8 月 16 日施第一次化肥，8 月 26 日施第二次化肥，每次施量均为全量之半。
9 月 3 日（肥后）	全氮	0.036	0.036	0.036	0.036	
10 月 5 日（初絮）	全氮	0.034	0.035	0.035	0.035	
8 月 15 日（肥前）	水解氮	0.0020	0.0019	0.0019	0.0020	
9 月 3 日（肥后）	水解氮	0.0020	0.0023	0.0022	0.0027	

表 2 不同施氮量对棉株生长的影响

测定项目 \ 处理组别		A	B	C	D
茎	主茎高度(厘米)	78.3 ± 2.4^{c}	82.3 ± 4.2^{bc}	90.5 ± 4.1^{ab}	96.8 ± 3.7^{a}*
	单株茎鲜重(克)	41.0 ± 2.3^{b}	46.5 ± 3.0^{b}	47.2 ± 3.5^{ab}	59.3 ± 5.5^{a}
	单株茎干重(克)	15.0 ± 1.3^{b}	16.3 ± 1.2^{ab}	16.6 ± 1.5^{ab}	20.9 ± 2.0^{a}
	单株茎干、鲜重比值	0.36 ± 0.01^{a}	0.35 ± 0.01^{a}	0.35 ± 0.01^{a}	0.35 ± 0.01^{a}
叶	单株绿色叶片数	5.7 ± 0.8^{b}	7.8 ± 0.9^{b}	12.7 ± 1.8^{a}	12.9 ± 1.1^{a}
	单株叶片鲜重(克)	21.6 ± 1.7^{c}	32.9 ± 1.7^{bc}	37.9 ± 3.7^{ab}	42.4 ± 4.1^{a}
	单株叶片干重(克)	5.2 ± 0.5^{c}	8.2 ± 0.4^{b}	10.0 ± 0.9^{ab}	12.8 ± 1.2^{a}
	单株叶片干、鲜重比值	0.24 ± 0.01^{b}	0.25 ± 0.01^{b}	0.26 ± 0.01^{b}	0.31 ± 0.01^{a}
铃	单株铃鲜重(克)	82.0 ± 6.0^{b}	126.8 ± 10.0^{a}	127.4 ± 9.1^{a}	161.3 ± 16.0^{a}
	单株铃干重(克)	19.6 ± 1.1^{c}	26.9 ± 1.9^{b}	29.7 ± 2.3^{ab}	35.5 ± 2.9^{a}
	单株铃干、鲜重比值	0.21 ± 0.08^{ab}	0.21 ± 0.01^{b}	0.23 ± 0.01^{a}	0.22 ± 0.01^{ab}
	单株铃数	5.2 ± 0.3^{b}	7.2 ± 0.9^{a}	8.2 ± 0.7^{a}	9.4 ± 0.7^{a}

* 行内数据右上角字母 a、b、c、ab、bc 用于表示数据 T 检验的结果，如有相同字母表示两数据相比较，T 检验 0.05 水平内无显著差异。表 3—6 用法同表 2。

2. 含氮量 在高等植物中，无机态氮转化为有机态的主要途径是：经过酶的催化生成谷氨酸和谷酰胺，谷氨酸又可以通过“转氨”反应与植物体内的有机酸生成多种氨基酸，继而合成蛋白质（Beevers, 1976; 索尔兹伯里、罗斯，1979）。显然，土壤施氮量增加使可供植物吸收的无机氮来源增多，促进了体内氮的累积；这种促进作用具体表现在棉株各部位全氮均有提高（表 3）。施氮量增加时，花后第 8—23 天的幼铃非蛋白氮和蛋白氮均有增高。由于植物非蛋白氮的主要成份是游离氨基酸，因此这也意味着幼铃游离氨基酸的含量也有所增高。

棉株进入生殖生长阶段之后，叶片中的氮素营养物质和其他贮存物质大量向结实器官转移，以满足结铃时对氮的大量需求(李正理，1979)；同时叶片的含氮量随生长期的推移而下降（Thompson, et al., 1976)。从表 3 可以看出虽然随着铃的生长时间的推移，各处理中铃的全氮含量都有所下降；但依然维持着施氮量越多铃全氮含量就越高的差别，表明铃本身贮备氮营养物质的多少取决于供氮的多少。另外，在铃的成熟过程中铃壳内一部分氮和别的贮藏物质向内髓转移，它可能起着一种暂时贮藏氮的生理作用（Leffler & Tubertini, 1976; Elmore & Leffler 1976)。

表 3　不同施氮量对棉株不同部位含氮量的影响

取样时间	取样部位	测氮类型	含氮量 (N%)			
			A	B	C	D
9 月 5 日	主茎从上往下第 1，2 片叶	全氮	2.80±0.08[d]	3.62±0.10[c]	4.32±0.06[b]	4.61±0.10[a]
9 月 5 日	主茎从上往下第 3，4 片叶	全氮	2.61±0.06[d]	3.62±0.05[c]	4.06±0.03[b]	4.40±0.10[a]
9 月 12 日	花后第 1—7 天的幼铃	全氮	2.51±0.07[d]	2.84±0.05[c]	3.22±0.06[b]	3.41±0.06[a]
9 月 12 日	花后第 8—23 天的幼铃	全氮	1.43±0.03[d]	1.83±0.03[c]	1.96±0.04[b]	2.13±0.04[a]
9 月 12 日	花后第 24—28 天的青铃	全氮	1.39±0.03[d]	1.53±0.03[c]	1.75±0.06[b]	1.93±0.03[a]
10 月 5 日	全株(地上部分)	全氮	1.08±0.01[d]	1.36±0.02[c]	1.56±0.03[b]	1.87±0.01[a]
9 月 12 日	花后第 8—23 天的幼铃	非蛋白氮	0.19±0.02[d]	0.34±0.02[c]	0.50±0.02[b]	0.53±0.02[a]
9 月 12 日	花后第 8—23 天的幼铃	蛋白氮	1.30±0.01[c]	1.49±0.03[ab]	1.47±0.04[b]	1.61±0.05[a]

表 4　不同施氮处理所得含氮量不同之棉铃、叶对棉铃虫幼虫生长发育的影响

测定项目 \ 试验组别		A	B	C	D
幼虫	发育历期(天)	14.99±0.10	14.88±0.08	14.48±0.09	14.68±0.09
	6 龄第 4 天鲜重(毫克)	438±9[b]	450±14[ab]	470±11[a]	479±14[a]
	6 龄第 4 天干重(毫克)	97±3[b]	104±3[ab]	112±2[a]	113±3[a]
	6 龄第 4 天含水量(%)	77.87±0.10	77.69±0.09	76.17±0.07	76.36±0.11
雌蛹	入土后第 5 天蛹鲜重(毫克)	315±10	322±6	326±2	323±7
	入土后第 5 天蛹干重(毫克)	97±8	100±6	103±2	100±7
	入土后第 5 天蛹含水量	69.20	69.04	68.53	68.95

三、棉铃虫

1. 发育状况和取食情况　棉铃虫幼虫生长发育状况见表 4。观察有关生物指标可以认为，即使用全氮含量低至 1.43% 的幼铃作为饲料，它仍然能够提供幼虫所需的氮营养，使幼虫处于正常状况；6 龄幼虫干、鲜重随饲料含氮量的增加而增加，高中肥处理值显著高于对照，幼虫期每日平均增加的干重 (6.47—7.70 毫克/天)和 6 龄第 3 天增加的干重 (0.150—0.162 毫克/天) 两者均有增长趋势，同时雌蛹干、鲜重也趋于增加。饲料含氮量

增高时，幼虫发育历期趋于缩短。表明幼虫发育状况更为良好。

由于花后第 8—23 天的幼铃幼嫩多汁，积累了大量的营养物质，其中含有丰富的蛋白质、果胶物质、可溶性糖类以及其他营养物（李正理，1979）；另外 Burks 和 Earle（1965）曾报道棉花幼铃中所含的氨基酸多达 17 种，氮素营养成份是比较全面的，因此可以认为幼铃是棉铃虫幼虫适宜的天然饲料。幼铃全氮含量增长意味着提供给幼虫的氮素营养更为充裕，促使幼虫生长更为良好。从表 5 看出棉铃虫幼虫食用全氮含量较低的饲料食物消耗较多，利用率较低；食用全氮含量较高的饲料则消耗食物较少，利用率较高，表明幼虫食物利用率的高低取决于食料植物所含氮素营养物质的多少。虽然幼虫对食物中氮的利用率有增高的趋势，但仍维持在 22.0—22.5% 的范围内，表明它对饲料中氮的利用具有一定的调节能力。

2. 含氮量　6 龄幼虫和雌蛹全氮含量增高意味着幼虫体内贮存的蛋白质有所增加（表 6），这是饲料提供给幼虫取食的蛋白质和游离氨基酸数量增多的缘故。这不仅有利于幼虫生长，而且也有利于成虫的繁殖，因为卵中蛋白质的贮存主要取决于幼虫贮存蛋白质的多少（朔文，1956），幼虫贮存的蛋白质多可能有利于成虫繁殖。

表 5　棉铃虫幼虫对食料植物及其所含氮素的利用情况

测定项目 \ 试验组别		A	B	C	D
食物利用情况	6 龄第 3 天取食量（毫克/毫克/天）*	3.46±0.19^{a}	2.96±0.28^{ab}	2.80±0.14^{b}	2.59±0.09^{b}
	6 龄第 3 天排粪量（毫克/毫克/天）	1.74±0.12^{a}	1.48±0.06^{ab}	1.37±0.07^{ab}	1.26±0.08^{b}
	食物利用率(%)	49.71±0.10^{b}	50.00±0.12^{b}	51.07±0.12^{ab}	51.35±0.09^{a}
食物中氮素的利用情况	氮的累积率 N. A. R.（毫克/毫克/天）	0.0110	0.0119	0.0123	0.0124
	氮的消耗率 N. C. R.（毫克/毫克/天）	0.0495	0.0542	0.0550	0.0552
	氮的利用率 N. U. E. (%)	22.0	22.0	22.4	22.5

* 幼虫每毫克体重每天取食的毫克数，余同。

表 6　不同施氮处理所得含氮量不同的棉铃、叶对棉铃虫全氮含量的影响

测定项目	全 氮 含 量 (N%)			
	A*	B	C	D
幼　虫	7.38±0.02^{c}	7.44±0.02^{c}	7.51±0.03^{b}	7.64±0.04^{a}
虫　粪	1.32±0.03^{c}	1.64±0.03^{b}	1.77±0.01^{b}	1.98±0.02^{a}
雌　蛹	8.45±0.06^{c}	8.59±0.03^{bc}	8.62±0.04^{b}	9.03±0.05^{a}

* 试验组别.

从图 2 可以看出，虫体全氮与虫粪全氮的比值随饲料全氮的增高而近乎以直线下降，表明两者虽均有增加，但幼虫体内蛋白质累积的增长幅度明显地低于排泄物中氮的增长幅度。由于饲料供氮多，幼虫体内蛋白质积累增多之余，未被吸收而排出体外的蛋白质也有所增加，引起了粪中全氮一定程度的升高。同时从图 2 中两线交点可近似推算出饲料全氮约为 1.90 时，6 龄幼虫虫体全氮和虫粪全氮分别为 7.48% 和 1.68% 左右，与各处理

相应值(表 6) 相比较，此时幼虫体内累积的蛋白质较多；从粪中排出的蛋白质较少，因此在本试验的条件下以幼铃全氮含量为 1.90% 左右时，幼虫对氮的反应最为敏感。

四、氮在土壤、棉株和棉铃虫之间的递转和累积　由表 7 可见增施硫酸铵虽然使刚施肥时土壤氮的总贮存量增加，但其增长幅度远不及水解氮项内氮的增长幅度，表明增施氮肥使土壤贮存的近期内可供植物吸收的“有效氮”数量大为增加。初絮时与初花时相比较，每盆土壤输出了本身贮氮数量的 6.97—26.4% (全株全氮数量未包括蕾、花在内)，输出的氮相当大部分被棉株以根部吸收的形式转入体内；其余可能损耗于淋失和分解。Singh 和 Sekhon (1979) 曾评述了近年来某些地区大量氮肥施入土壤后，化肥中一部分可溶性氮未被充分利用，很容易通过淋洗方式进入地下浅水并造成对地下水源污染。棉株累积的氮随施氮量的增加而增加。全株中部分铃叶作为饲料被幼虫食用后，其中所含的氮部分累积于幼虫体内，部分排出体外，但累积与排出的氮均有增长。

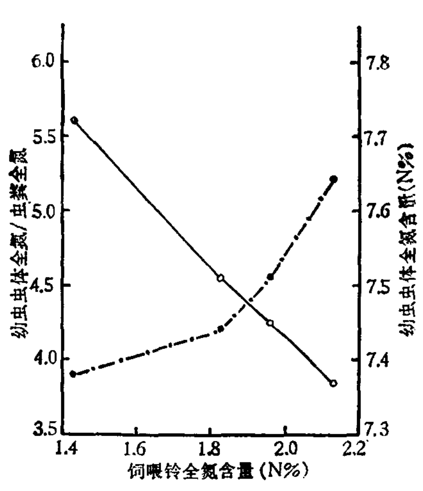


图 2　饲料含氮量对幼虫含氮量的影响

○—○全氮比值　●—·—●全氮含量

表 7　氮在土壤、棉株和棉铃虫之间递转与累积的情况

项　目	试验组别 A	B	C	D	高肥处理值比对照增加倍数
每盆土壤本底含水解氮(克)	0.450	0.428	0.428	0.450	
每盆土壤本底含全氮(克)	8.33	8.10	7.65	7.43	
每盆施用硫酸铵内含氮(克)	0	0.410	0.820	3.280	
刚施化肥时每盆土壤含水解氮(克)	0.450	0.838	1.248	3.730	7.29
刚施化肥时每盆土壤含全氮(克)	8.33	8.51	8.47	10.71	0.29
初絮时每盆土壤含全氮(克)	7.65	7.88	7.88	7.88	0.03
初花至初絮时输出全氮占刚施肥时土壤全氮的相对比例(%)	8.16	7.40	6.97	26.42	
棉花单株含全氮(克)	0.43	0.70	0.88	1.29	2.00
每条幼虫 6 龄第 3 天体内含全氮(毫克)	7.16	7.74	8.41	8.63	0.21
每条幼虫 6 龄第 3 天排出氮(毫克)	2.23	2.52	2.72	2.82	0.26

五、合理施肥及施氮量与棉铃虫为害的关系　将施肥范围分为三段：0—2、2—4 和 4—16 克硫酸铵/盆；计算各段内每增施 1 克硫酸铵引起单株铃干重的净增长克数分别为 3.7、1.4 和 0.5。在株数一定的前提下，单株铃干重则决定了籽棉产量，说明随着施氮量的增加虽然棉花产量也有增加，但净增长幅度却随之下降 (图 3)。从图 3 还可以看到施氮量增至 4 克硫酸铵/盆以后，如继续增加施氮量其效果并不理想，同时不考虑环境的生态

条件，片面地大量使用氮肥，由于其在土壤中的流失，不但不能达到大幅度提高土壤肥力的目的，有时反而造成对环境的污染 (Singh & Sekhon, 1979)。Adkisson (1958) 的田间试验结果也证明了这一点，高、低肥处理的施氮量分别为 1,200 和 500 磅硝酸铵/英亩，但收获后的籽棉产量两者却相差无几。Wanjura 和 Sunderman (1976) 的田间试验使用尿素氮肥也得出了相似的结果，尿素施量折合纯氮由 90 公斤/公顷增至 180 公斤/公顷时，单株籽棉干重增加并不显著。随着化学肥料使用量的提高，人们面临着一个合理施肥，特别是合理使用氮肥的问题。在本试验中，比较三个施肥处理，花期施硫酸铵 4 克/盆(按每亩 4,000—5,000 株计，约折合每亩施用硫酸铵 32—40 斤) 是较为适宜的，该施用量虽不太高，但获得的单株铃干重较高，并使土壤贮存的氮也略有增加(图 1)。这个结果也比较符合我国棉花生产实际，目前国内棉田蕾、花、铃期追施的氮肥总量达到每亩施硫酸铵 30—40 斤就不算低了；近几年来徐州—142 品种在南北棉区的推广过程中，也有每亩使用硫酸铵追肥超过 50 斤的尝试。当然在田间确定适宜的施氮量必须考虑种植品种、当地土壤和气候条件，化学肥料和有机肥料的配合使用，使用氮肥的类型 (氨态氮型；硝态氮型) 和成本等因素，根据具体情况酌情而定。

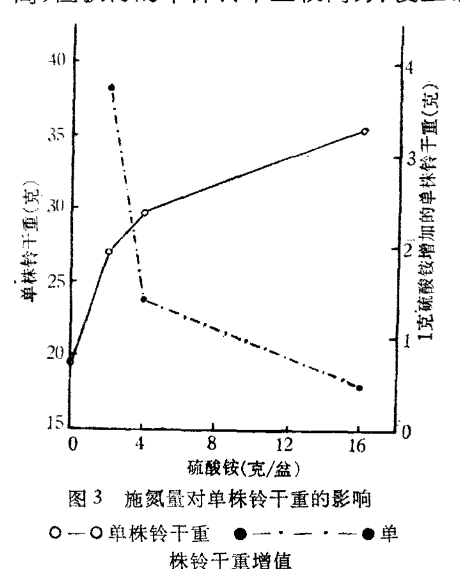


图 3 施氮量对单株铃干重的影响
○—○单株铃干重 ●—·—·—● 单株铃干重增值

关于施肥量对棉铃虫成虫的影响，已有棉株生长势强弱不同的棉田棉铃虫有卵株率和有虫株率显著不同的报道，棉株长势无疑与水肥条件有密切关系。棉蕾、花和铃的萼片外花蜜腺分泌的“外花蜜”是成虫取食的密源之一，内中除富含可溶性糖外，还含有多种氨基酸 (Hanny & Elmore, 1974)，多施氮肥可能增加蜜中氨基酸的含量，从而提高了营养价值。

本试验的结果说明： 多施氮肥使棉株生长良好，并且使棉铃虫幼虫处于更好的生长状况。由此可见多施氮肥虽然可使棉花增产，但也会使虫害增加。探讨施氮量对成虫取食和繁殖的影响，对于进一步阐明其田间发生机制有深入研究的价值。因试验材料所限，本实验在研究幼虫的同时，未及测定成虫阶段有关生物和化学指标，日后将继续研究氮对成虫的影响。同时也要看到，近年来随着寄主作物种植面积扩大和水肥条件的改善，棉铃虫寄主作物增多，食料营养价值提高，从而加大了繁殖量，使有效虫源增多而加重了危害。因此深入研究棉花施氮量对棉铃虫的影响，对棉铃虫田间发生机制的分析和寻找有效的防治手段均有助益。

参 考 文 献

中国土壤学会土壤分析专业委员会编 1974 土壤常规分析方法。35—40。科学出版社。
中国科学院南京土壤研究所编 1978 土壤理化分析。76—8。上海科学技术出版社。
户苅义次编，薛德榕译 1979 作物的光合作用与物质生产。407—15。科学出版社。
F. B. 索尔兹伯里、C. 罗斯著，北京大学生物系等译 1979 植物生理学 187—297。科学出版社。

李正理　1979　棉花形态学。41—169。科学出版社。
林振骥、劳家柽编　1962　土壤农化分析法。195—200。农业出版社。
孟祥玲、张广学、任时珍　1962　棉铃虫的生物学进一步研究。昆虫学报 **11** (1): 71—81。
吴坤君　1980　棉铃虫的人工饲料。昆虫知识 **17** (1): 36—7。
R. 朔文著，忻介六、罗祖玉译　1956　昆虫生理学，下册：518—95。科学出版社。
Adkisson, P. L. 1958 The influence of fertilizer applications on populations of *Heliothis zea* (Boddie), and certain insect predators. *J. Econ. Ent.* **51**:757—9.
Beevers, L. 1976 Nitrogen metabolism in plants: 1—58; 247—89. London, Edward Arnold.
Burks, M. L., & N. W. Earle, 1965 Aminoacid composition of upland cotton squares and Arizona wild cotton bolls. *J. Agr. Food. Chem.* **13**:40—3.
Elmore, C. D., & H. R. Leffler, 1976 Development of cotton fruit. III. Amino acid accumulation in protein and nonprotein nitrogen fractions of cottonseed. *Crop Science*, **16**:867—71.
Hanny, B. W., & C. D. Elmore, 1974 Amino acid composition of cotton nectar. *J. Agr. Food. Chem.* **22**:476—8.
Leffler, H. R. & B. S. Tubertini 1976 Development of cotton fruit. II. Accumulation and distribution of mineral nutrients. *Agron. J.* **68**:858—61.
Singh, B., & G. S. Sekhon, 1979 Nitrate pollution of groundwater from farm use of Nitrogen fertilizer: A review. *Agr. Environm.* 4:207—25.
Thompson, A. C., H. C. Lane, L. W. Jones, & L. D. Hesketh, 1976 Nitrogen concentrations of cotton leaves, buds, and bolls in relation to age and nitrogen fertilization. *Agron. J.* **68**:627—31.

EFFECTS OF NITROGEN FERTILIZER APPLICATION ON THE COTTON PLANT AND THE BOLLWORM

Zeng Yi-liang　　Gong Pei-yu
Jiang Li-rong　　Zhang Mei-lin
(*Institute of Zoology, Academia Sinica*)

Experiment effects of different amounts of nitrogen fertilizer on the development and N contents of the cotton plant and bollworm (*H. armigera*) in pots were examined. The application of ammonium sulfate ($(NH_4)_2SO_4$) in soil was in the order of 0, 2, 4, and 16 g/pot respectively, at the flowering stages. After the application of $(NH_4)_2SO_4$, total N in the soil tended to increase. Increasing N in soil enhanced the dry matter accumulations in both bolls and leaves and also their N contents. When reared on bolls with increased N content, the bollworm had higher dry weight in the 6th instar larvae and at the same time, the assimilation efficiency of food was enhanced. With increasing boll N contents the total N contents of the 6th instar larvae together with their faeces, as well as the female pupae were raised gradually.

According to our data, it is evident that the application of N fertilizer would lead to the increase of the contents of the soil, the cotton plant and the cotton bollworm. The cotton plant may grow well, the bollworm larvae develop better, and high cotton yield is inherently connected to heavier pest injury. Therefore we must find the appropriate amount of fertilizer application to get better cotton pruduction but effective control of the bollworm.